

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-121598

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 P 9/14

H 0 2 J 3/38

識別記号

A

J

庁内整理番号

2116-5H

6447-5G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平4-287160

(22)出願日

平成4年(1992)10月2日

(71)出願人

000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者

斉藤 浩二

神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三

菱電機株式会社制御製作所内

(72)発明者

田中 誠一

神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三

菱電機株式会社制御製作所内

(74)代理人

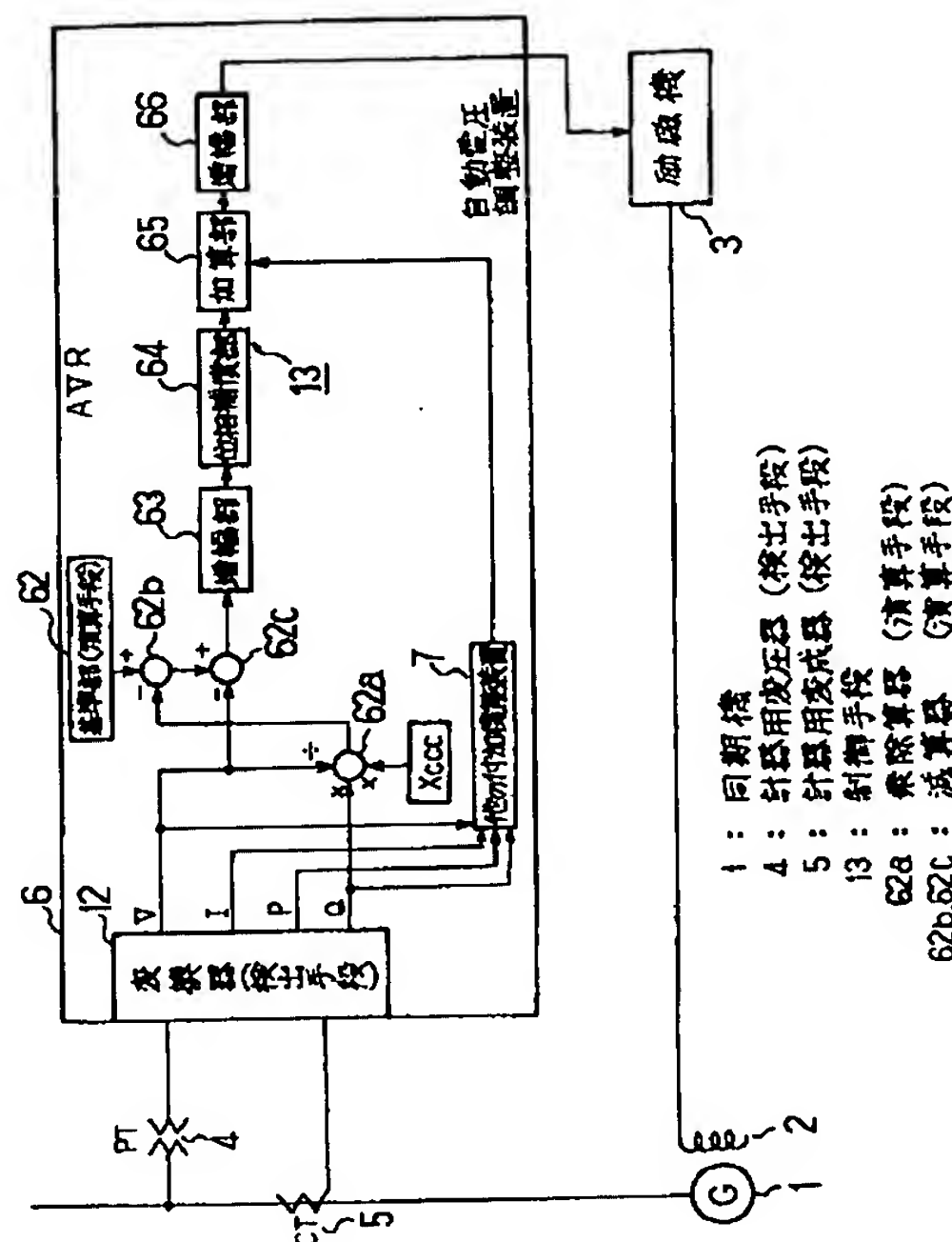
弁理士 田澤 博昭 (外2名)

(54)【発明の名称】 同期機の励磁制御装置

(57)【要約】

【目的】 横流補償部の構成を簡単にした同期機の励磁制御装置を得る。

【構成】 同期機1の電圧、電流をPT4、CT5で検出して変換器12により無効電力Qを得、このQと電圧V及び横流補償率 X_{cc} とを用いて乗算及び除算することにより、横流補償電圧を求め、この補償電圧とVとを基準部62の目標電圧から減算した電圧に応じて界磁巻線2の励磁機3を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同期機の電圧、電流及び無効電力を検出する検出手段と、上記検出手段で検出した電圧、電流及び無効電力と所定の横流補償率とを用いて所定の演算を行うことにより横流補償信号を得、この横流補償信号及び上記検出した電圧と目標電圧との差の信号を求める演算手段と、上記演算手段で求める上記差の信号に応じて上記同期機の界磁電流を制御する制御手段とを備えた同期機の励磁制御装置。

【請求項2】 同期機に接続された主変圧器の高圧側の電圧を検出する検出手段と、上記検出手段で検出した電圧に基いて上記同期機の界磁電流を上記高圧側の電圧が一定となるように制御する自動電圧調整装置とを備えた同期機の励磁制御装置。

【請求項3】 同期機の電圧を検出し、この電圧と目標電圧との差の電圧に応じて上記同期機の界磁電流を制御する自動電圧調整装置を有する同期機の励磁制御装置において、送電線の電流と上記同期機の電圧とにより無効電力又は電流を検出する第1の無効電力検出部と、上記同期機の無効電力又は電流を検出する第2の無効電力検出部と、上記第1、第2の無効電力検出部の検出値と所定の横流補償率と上記同期機の定格出力とこの同期機が並列運転される場合の他の同期機の定格出力とを用いて所定の演算を行い、上記目標電圧から減算するための横流補償信号を求める横流補償部とを設けたことを特徴とする同期機の励磁制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、交流発電機等の同期機の励磁制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図4は例えば特開昭58-176000号公報に示された一般的な従来の同期機の励磁制御装置を示す構成図であり、図において1は交流発電機等の同期機、2はその界磁巻線、3はこの界磁巻線2に界磁電流を供給する励磁機、4は上記同期機1の電圧を検出するための計器用変圧器（以下PTと呼ぶ）、5は同じく上記同期機1の電流を検出するための計器変成器（以下CTと呼ぶ）、7は励磁制御装置の他の付加機能装置である。

【0003】 6は上記同期機1の電圧を一定に制御するための自動電圧調整装置（以下AVRと呼ぶ）で、上記PT4の出力を検出する電圧検出部61、上記同期機1の電圧の制御目標値をつくる基準部62、上記基準部62と電圧検出部61との差をとって増幅する増幅部63、電圧制御の安定性を高めるための位相補償部64、他の付加機能装置7等の信号を加算する加算部65、上記加算部65の出力を更に増幅し、上記励磁機3に信号を出す増幅部66とから構成される。8は上記PT4、CT5の出力信号により横流状態（無効電流）を検出

し、上記AVR6の電圧検出部61への入力電圧を変えることにより、横流を補償するための補償部である。

【0004】 なお、励磁制御装置には、同期機の電圧を一定に制御する機能の他に、他の付加機能装置7による励磁量を制限する機能が付加される。その付加機能としては、同期機1が安定限界を超えた進相での運転とならないよう励磁量を制限する低励磁制限機能と、同期機1の界磁巻線の耐量内で運転するように励磁量を制限する過励磁制限機能とがある。

10 【0005】 次に動作について説明する。同期機1の出力電圧はPT4により降圧され、その信号はAVR6に入力される。AVR6ではまずPT4の信号を電圧検出部61により増幅、加算等が容易な信号（通常直流信号）に変換する。基準部62の値は、同期機1の電圧を制御しようとしているAVR6にとっての制御目標値である。この基準部62と電圧検出部61との差を取り増幅部63にて適当な値に増幅される。この信号が正の値であれば同期機1の出力電圧が基準部62で設定された制御目標電圧値よりも低く、従ってAVR6としては励磁機3の出力を上げる様な制御信号を出力することにより、界磁巻線2に流れる電流を増し、同期機1の出力電圧を増す様な動作を行なう必要があることを意味する。

20 【0006】 位相補償部64では電圧制御の安定性を高めるために増幅部63の出力に補償をかける。加算部65ではこの位相補償部64の出力信号に他の付加機能装置7等の出力を加え、更に増幅部66で適当に増幅すると共に、励磁機3に対して励磁機3の出力である界磁電流に比例した信号を出力する（つまり励磁機3も一つの増幅機能を持ったものである）。これらの一連の動作により、同期機1の出力電圧はAVR6内の基準部62で設定された制御目標値になる様に制御される。

30 【0007】 横流補償部8は例えば図5に示される様に2台の同期機1が主変圧器9を介さずに直接並列接続されている場合の横流iを防止するための機能で、図6の様な回路構成となっている。図6において、同期機1の第2相の電流を抵抗81により同相の電圧とし、これをPT2次電圧の第3相のトランス83を介して加算する。また、抵抗81とリアクトル82とにより、第2相の電流よりも60°進んだ電圧をPT2次電圧の第2相のトランス84を介して加算している。なお、85、86は微調整用ボリューム、87、88はロータリースイッチである。

40 【0008】 図7は横流補償部8の動作ベクトル図であり、図において、第2相と同じベクトル方向の信号をPT2次電圧の第3相（3相の④）に、60°進んだ信号をPT2次電圧の第2相（2相の④）にそれぞれトランスを介して加算する。これにより、AVR6の見かけ上の入力電圧は、無効電力が増大したときに、AVR6としては下げ方向に、逆に無効電力が減少したときに、AVR6を上げ方向に動作させる。

【0009】図8は図4のAVR6の部分を簡略化した場合を示す構成図であり、ここでは横流補償部もAVR6に含まれるものとしている。なお、同期機1、界磁巻線2、励磁機3、PT4、CT5は図4と同一である。AVR6は、上記PT4の出力を検出する電圧検出部61、上記同期機1の電圧の制御目標値をつくる基準部62、上記PT4及びCT5の出力より無効電力を検出する無効電力検出部67、この無効電力検出部67の出力である無効電力信号により横流補償信号を出力する横流補償部68、電圧制御の制御性、安定性を決めるための増幅、位相補償部69から構成される。9は同期機1の出力電圧を昇圧する主変圧器、10は同期機1を電力系統（図示せず）に並列するための主しや断器である。

【0010】図9は上述の励磁制御装置をコンバインドプラント等の同期機1が2台以上並列運転される、あるいは点線で示す主変圧器9を通じて同一母線に接続される場合の構成図を示す。図において11は各同期機1の無効電力が平衡になる様に制御するための無効電力平衡装置を示す。

【0011】次に動作について説明する。図8において、同期機1の出力電圧はPT4により降圧された後、AVR6に入力される。AVR6ではPT4の信号を電圧検出部61にて増幅、加算等が容易な信号（通常直流信号）に変換する。基準部62の値は同期機1の電圧を制御しようとしているAVR6にとっての制御目標値である。この基準部62の電圧と電圧検出部61との差をとり、増幅、位相補償部69で制御性及び安定性上適当な増幅、位相補償が加えられ、励磁機3にAVR6の信*

第1の同期機の無効電力目標値 $Q_{s1} = (Q_1 + Q_2) \times W_1 / (W_1 + W_2)$

第2の同期機の無効電力目標値 $Q_{s2} = (Q_1 + Q_2) \times W_2 / (W_1 + W_2)$

… (1)

無効電力平衡装置11はこれらの各同期機1の無効電力目標値 Q_{s1} 、 Q_{s2} をまず計算し、実際の無効電力値が目標値よりも高ければAVR6の基準部62の出力を下げ、逆に低ければ上げるという制御を行なっている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来の同期機の励磁制御装置は以上のように構成されているので、

(1) 図6の横流補償装置8の微調整用ボリューム85、86やロータリースイッチ87、88等を個々に調整することが必要となり、調整者によってバラツキが生じる。

【0015】(2) 基本的に主変圧器9の低圧側つまり、同期機1の出力電圧を一定にする制御を行なっているため、基幹系統全体の系統電圧維持能力が低く、系統側で何らかの事故が発生した場合、基幹系統全体の電圧安定性を失う恐れがある。（電圧安定性を向上する新しい発電励磁制御方式（PSVR）の開発。適用電気学会編文集B 110巻11号平成2年発行、参照）。

【0016】(3) 横流補償を、自己の無効電力値に基

*号が出力される。即ち、同期機1の出力電圧が基準部62で設定された値よりも高ければAVR6としては励磁機3の出力を下げる様な、低ければ上げる様な制御信号を出力することにより、界磁巻線2に流れる電流を調整し、同期機1の出力電圧を制御する。

【0012】また、横流補償部68は例えば図9に示す様な同期機1が2台以上並列に接続される（主変圧器9が同期機1毎にない状態を並列に接続されていると呼ぶ）場合に発電機間に流れる横流 i （図5参照）を防止するための機能である。本機能なしでこの様な並列接続を行なうと、2つのAVR6の各基準部62の値が異なる値となれば、理論的には無限大の横流が流れることとなる。この様な横流をなくすために、横流補償部68では無効電力検出部67の出力である無効電力値 Q に横流補償率 X_{∞} を乗じ、基準部62の信号を減じている。これにより無効電力が増加すると、AVR6にとっての同期機1の出力電圧の制御目標値を減じ、逆に無効電力が減少すると制御目標値を増すことにより、横流を防止するようにしている。

【0013】図9における無効電力平衡装置11は各同期機1の無効電力を各PT4、CT5の出力によりそれぞれ検出し、各同期機1の無効電力が平衡する様に各AVR6内の各基準部62を制御するものである。一般的に無効電力の平衡は各同期機1の定格出力に比例した無効電力となる様に行なわれる。今、第1の同期機の定格出力を W_1 、発生している無効電力を Q_1 、第2の同期機1の定格出力、無効電力をそれぞれ W_2 、 Q_2 とすると、それぞれの無効電力目標値は次式となる。

づいて行なっているため、本来補償動作すべきでない系統側からの無効電力供給要求に対しても補償動作してしまい、系統側からの無効電力供給要求に対し、十分な供給が出来なくなる恐れがある。

【0017】(4) コンバインドプラント等の同期機1が2台以上並列に接続されるあるいは主変圧器9を介して同一母線に接続されるシステムでは、各同期機1の無効電力の平衡のためには別装置である無効電力平衡装置11が必要であり、高価なシステムとなる。等の問題点があった。

【0018】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたものであり、調整が簡単であると共に、基幹系統全体の電圧安定性に寄与でき、系統からの無効電力供給要求にすばやく対応でき、さらに無効電力の平衡のための別装置等必要なく、安価で高機能を有する同期機の励磁制御装置を得ることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る同期機の励磁制御装置は、直接横流補償率を設定し、入力

された信号を装置内部で演算することで横流補償を行うものである。

【0020】請求項2の発明に係る同期機の励磁制御装置は、主変圧器の高圧側電圧検出し、これを一定に制御するようにしたものである。

【0021】請求項3の発明に係る同期機の励磁制御装置は、送電線電流により無効電力又は無効電流を検出して横流補償動作させるようにしたものである。

【0022】

【作用】請求項1の発明における同期機の励磁制御装置は、設定された横流補償率と入力された信号により装置内部で演算することにより、最適な定数で横流補償を行う。

【0023】請求項2の発明における同期機の励磁制御装置は、主変圧器高圧側電圧を、無効電力検出による横流補償機能を伴ない一定に制御するので、基幹系統の電圧が安定する。

【0024】請求項3の発明における同期機の励磁制御装置は、送電線無効電力と同期機無効電力により、系統側からの無効電力要求に対しては横流補償動作しない様

$$V_{u1} = V_t + I_q \cdot X_{oc} \\ = V_t + (Q/V_t) \cdot X_{oc} \dots \dots \dots (2)$$

従って、 $V_t = V_{u1} - (Q/V_t) \cdot X_{oc}$ となる様に制御することにより、横流補償部の制御が可能となる。

【0027】なお、上記実施例1では励磁制御装置の横流補償について示したが、この横流補償装置のリアクトル分の極性を逆にすることで線路降下電圧機能 ($V_t = V_{u1} - (Q/V_t) \cdot X_{oc}$) が達成できる。また、無効電力Qを有効電力Pにおきかえることにより、線路抵抗降下電圧機能 ($V_t = V_{u1} - (P/V_t) / X_{oc}$) が達成できる。

【0028】実施例2. 次に請求項2, 3の発明の一実施例を図2に基づいて説明する。図2において、4は主変圧器9の高圧側の電圧を検出するためのPT、5は主変圧器9の高圧側の電流を検出するCT、16は送電線の電流を検出する送電線CT、67AはPT4及びCT5の出力により同期機1の無効電力を検出する第1の無効電力検出部、67Bは送電線CT16及びPT4の出力により、送電線の無効電力を検出する第2の無効電力検出部である。14, 15は割算器である。なお、4, 61により検出手段が構成される。図3は上記実施例2をコンバインドプラント等の同期機2が2台以上並列運転されるあるいは点線で示す主変圧器9を通じて同一母線に接続される場合の構成図である。

【0029】次に動作について説明する。図2においてAVR6にとってのフィードバック信号である同期機1の電圧は主変圧器9の高圧側に設けられたPT4によって検出される。従って、従来の同期機1の出力電圧一定制御とは異なり、本システムは主変圧器9の高圧側、つまり送電線電圧(母線電圧)一定制御となる。ただし、

*になる。また、並列運転の場合、送電線無効電力と同期機無効電力により、各同期機の無効電力が特別な装置無しに横流補償機能により平衡が保たれる。

【0025】

【実施例】実施例1. 以下、請求項1の発明の一実施例を図について説明する。図1において、12は同期機1の電圧と電流により、電圧V、電流I、有効電力P、無効電力Qを検出する変換器、 X_{oc} は横流補償部のリアクトル分(横流補償率)である。62a, 62b, 62cは後述する演算を行う乗除算器、減算器である。他の部分は図4の同一符号部分と対応するので、説明を省略する。なお、4, 5, 12により検出手段が構成され、62, 62a, 62b, 62cにより演算手段が構成される。また、63~66により制御手段13が構成されている。

【0026】次に動作について説明する。発電機電圧を V_t とし、送電電圧を V_{u1} 、横流補償部のリアクタンス分を X_{oc} 、無効電流を I_q とする。これらの関係は、次式で表わされる。

図3に示される様に同一母線に2台以上の同期機1が接続される場合、両方の同期機1が同じ母線電圧を制御することとなり、各AVR6の基準部62の値に差異があれば、たとえ各主変圧器9が存在していても各同期機1間に横流が流れることとなる。このために横流補償機能を設けることにより、この問題を解決できる。つまり従来の同期機出力電圧一定制御から、横流補償機能付の母線電圧一定制御にすることにより、基幹系統の電圧安定度に対して向上できる装置が得られることになる。

【0030】ここでこの横流補償部68の横流補償率 X_{oc} に着目する必要がある。従来の同期機出力電圧一定制御(横流補償機能無し)では、主変圧器9のインピーダンス X_t が、横流補償の役目を行っていた。一般的に X_t は10%~14%程度であり、この発明の主変圧器9の高圧側一定制御における X_{oc} がこの X_t と同じ役目を行うこととなる。この X_{oc} をその系統に応じて設定してやることにより、基幹系統の電圧安定度に対する寄与度を定めることができるようになる。

【0031】次に横流補償部68の動作について説明する。第1の無効電力検出部67A及び第2の無効電力検出部67Bで検出された各無効電力値 Q_A , Q_B を電圧検出部61の出力である電圧値で割ると、無効電流値 I_{qa} , I_{qb} となる。なお、この割算は必ずしも必要な演算ではないが、元々補償しようとしている主変圧器9相当のリアクタンス X により電圧降下を起こすのは $V_{vr} = I_{vr} \cdot X$ (但し、 V_{TR} はベクトル値を示す。)の値より電流値であるためこの割算を行なうものである。横流補償部68の出力CCCはこの I_{qa} , I_{qb} により、次

の様に計算される。

$$CCC1 = (I_{q1} - I_{qs} \cdot W_1) / (W_1 + W_2) \cdot X_{cc} \cdots (3)$$

X_{cc} : 横流補償率

W_1 : 第1の同期機の定格出力

W_2 : 第2の同期機の定格出力

【0032】この(3)式の計算にする横流補償信号が基準部62より減算され、電圧検出部61の出力と比較*

$$CCC2 = (I_{q2} - I_{qs} \cdot W_2) / (W_1 + W_2) \cdot X_{cc} \cdots (4)$$

【0033】以上の(3), (4)式で横流補償信号を決めることにより次の様な動作が行なわれる。

(1) I_{qs} が変化せず、 I_{q1} , I_{q2} が変化した場合が横流現象であり、 I_{q1} が増すと I_{q2} は減じる現象となる。この場合、一方の同期機1の励磁量はこの横流補償機能により減少し、他方の同期機1側は励磁量が増加する。このことにより、横流に対しては補償動作を行う。

【0034】(2) I_{qs} が変化する場合横流現象ではなく、系統側からの無効電力供給要求であり、 I_{qs} が増すと各同期機1と共に励磁量は増加する動作となる。また、増加の率は各同期機1の容量比で決まり、このことにより容量比での無効電力の平衡が保たれることとなる。

【0035】なお、上記実施例2では2台の同期機の並列運転又は同一母線接続運転で説明したが、3台以上の運転でもよい。主変圧器9の2巻線のもので示したが、スプリット巻線の主変圧器でもよく、また、回路構成上、母線上部の送電線側あるいは各同期機毎あるいは主変圧器共用のシステムでもよく上記実施例2と同様の効果を奏する。

【0036】

【発明の効果】以上の様に請求項1の発明によれば、横流補償部の制御定数を励磁制御装置内部で演算する様に構成したので、調整が容易かつ最適定数となり、調整者によるばらつきが無くなり精度が高い制御を行うことができる効果がある。

【0037】また、請求項2の発明によれば、横流補償機能を備え、主変圧器の高圧側の電圧を一定に制御する様に構成したので、基幹系統の電圧安定度の向上に寄与できる効果がある。

【0038】請求項3の発明によれば、横流補償機能を送電線無効電力(又は電流)と同期機無効電力(又は電流)の差分で動作する様に構成したので、横流補償のためには確実に動作し、系統側からの供給要求に対しては横流補償動作しない装置とすることができ、系統側からの無効電力供給要求に適切にすばやく応じることのでき※

*され、増幅、位相補償部69を通り、励磁機3を介して同期機1の出力が制御される。上記(3)式は第1の同期機に対する横流補償信号を示すが、第2の同期機1に対する横流補償信号は次式となる。

※る装置が得られる。また、並列運転の場合は、横流補償機能を送電線無効電力(又は電流)と、同期機無効電力(又は電流)を基に各同期機の容量配分する様に行うことができるので別装置を使用せずに横流補償機能内で各同期機の無効電力平衡を保つことができ、システムが安価にできる等の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明の一実施例を示す構成図である。

【図2】請求項2, 3の発明の一実施例を示す構成図である。

【図3】同期機の並列運転を行う場合の実施例を示す構成図である。

【図4】従来の同期機の励磁制御装置を示す構成図である。

【図5】横流を説明するための構成図である。

【図6】横流補償部の構成図である。

【図7】横流補償部の動作ベクトル図である。

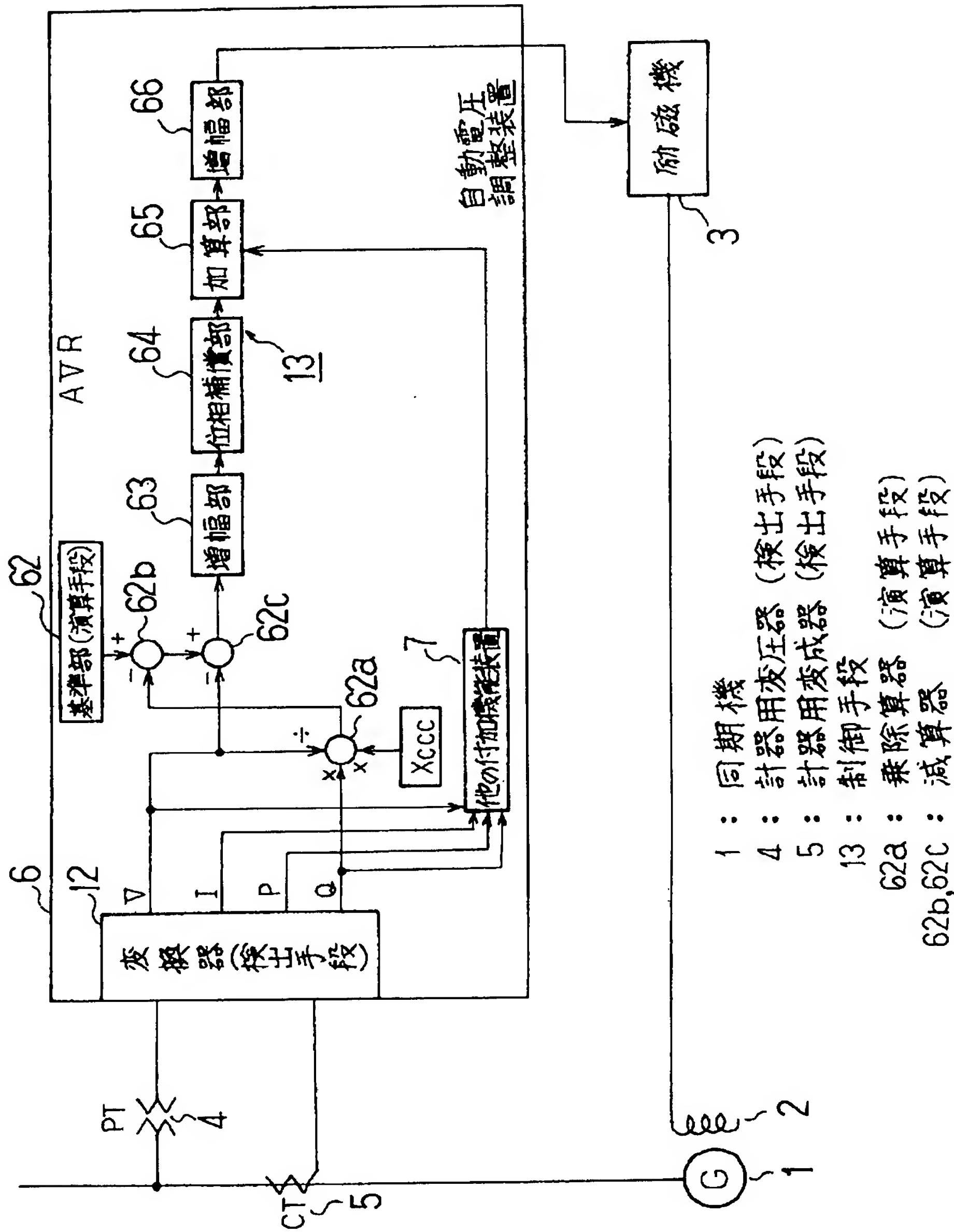
【図8】図4を簡略化した構成図である。

【図9】従来の並列運転を行う場合を示す構成図である。

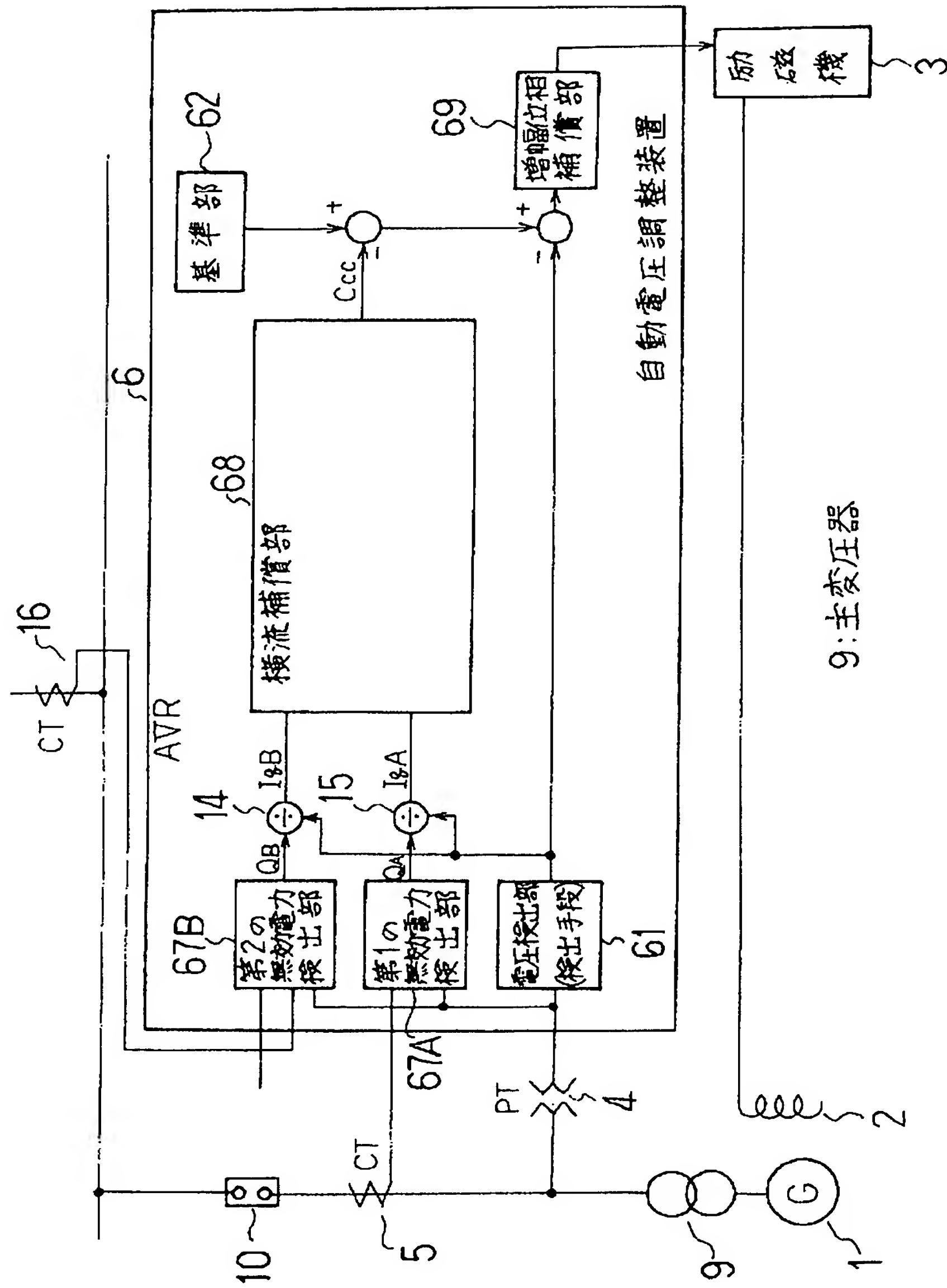
【符号の説明】

- 1 同期機
- 4 計器用変圧器(検出手段)
- 5 計器用変成器(検出手段)
- 6 自動電圧調整装置
- 9 主変圧器
- 12 変換器(検出手段)
- 13 制御手段
- 61 電圧検出部(検出手段)
- 62 基準部(演算手段)
- 62a 乗除算器(演算手段)
- 62b, 62c 減算器(演算手段)
- 67A 第1の無効電力検出部
- 67B 第2の無効電力検出部
- 68 横流補償部

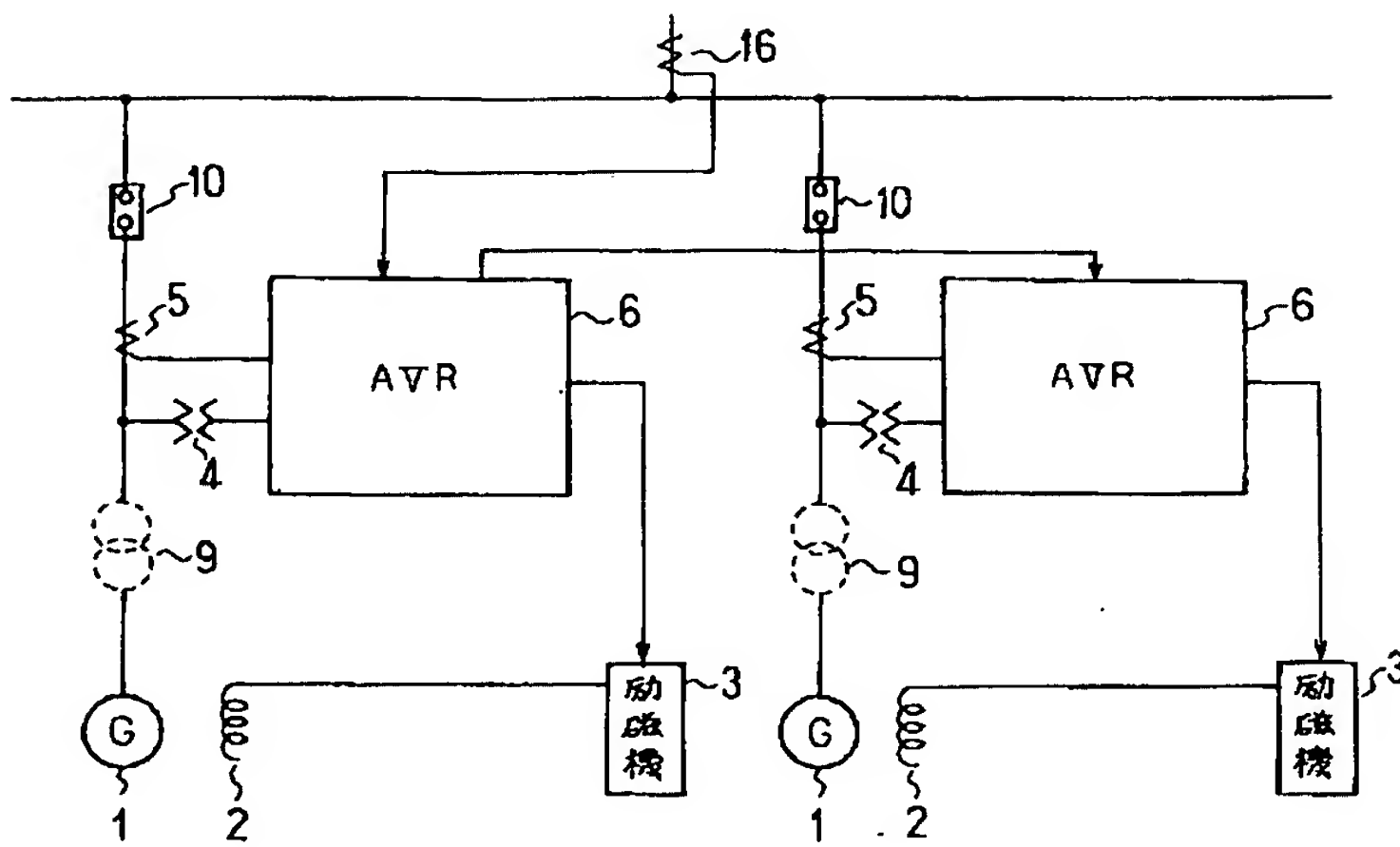
【図1】



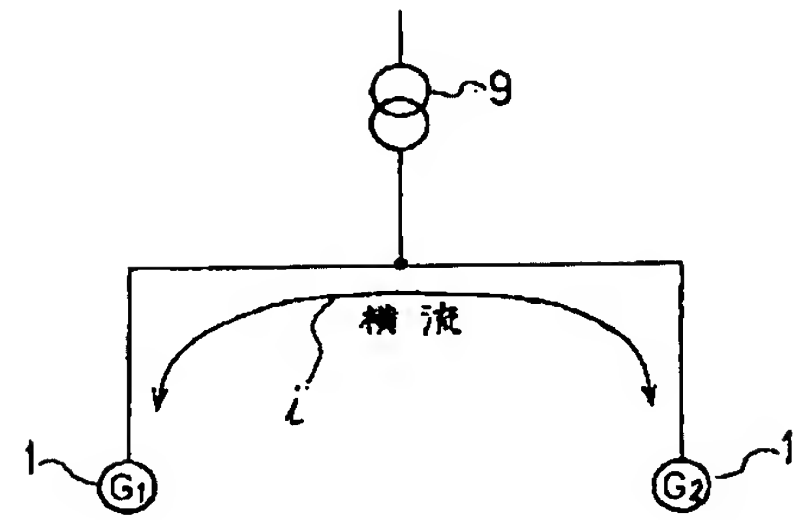
【図2】



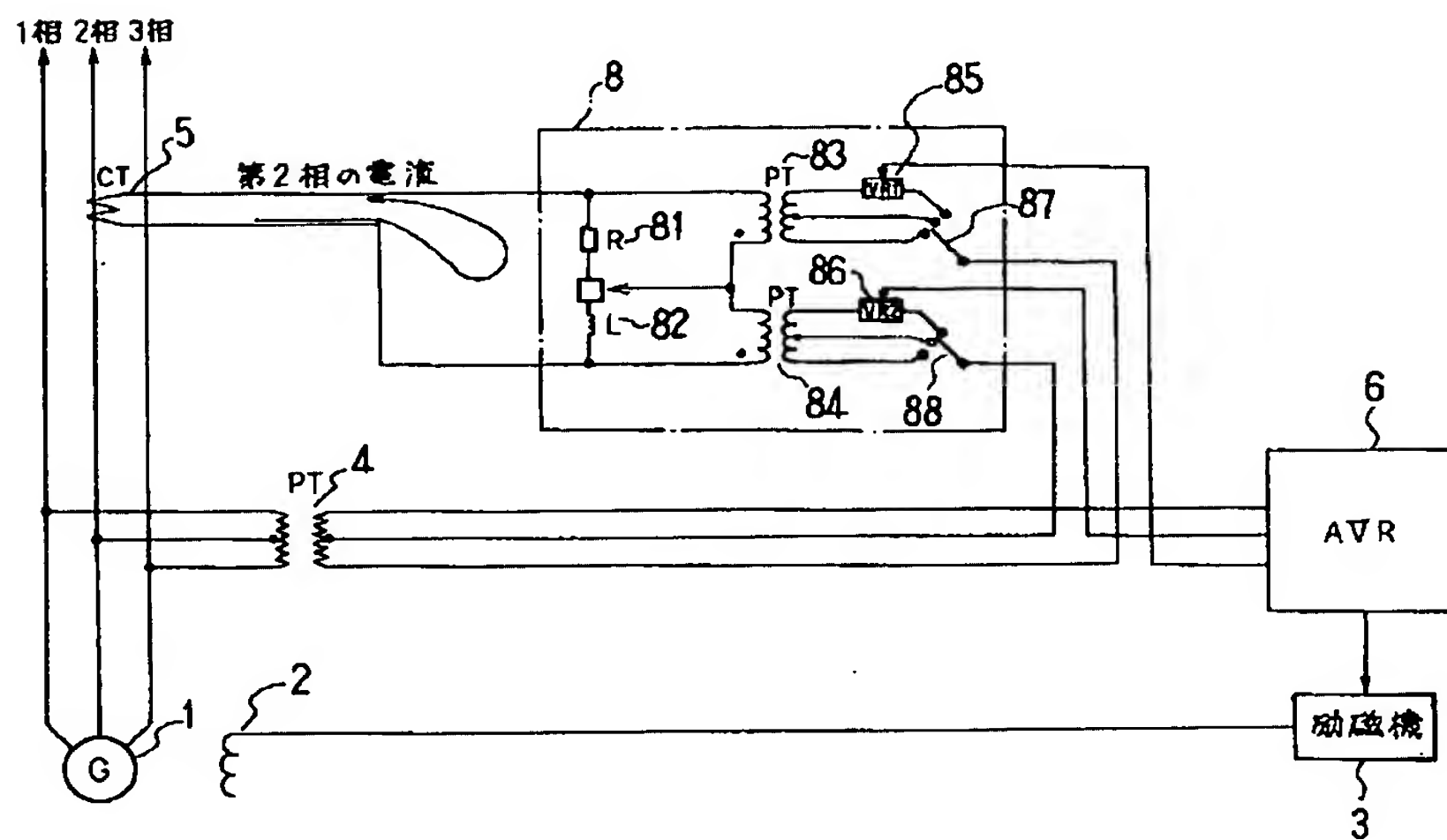
【図3】



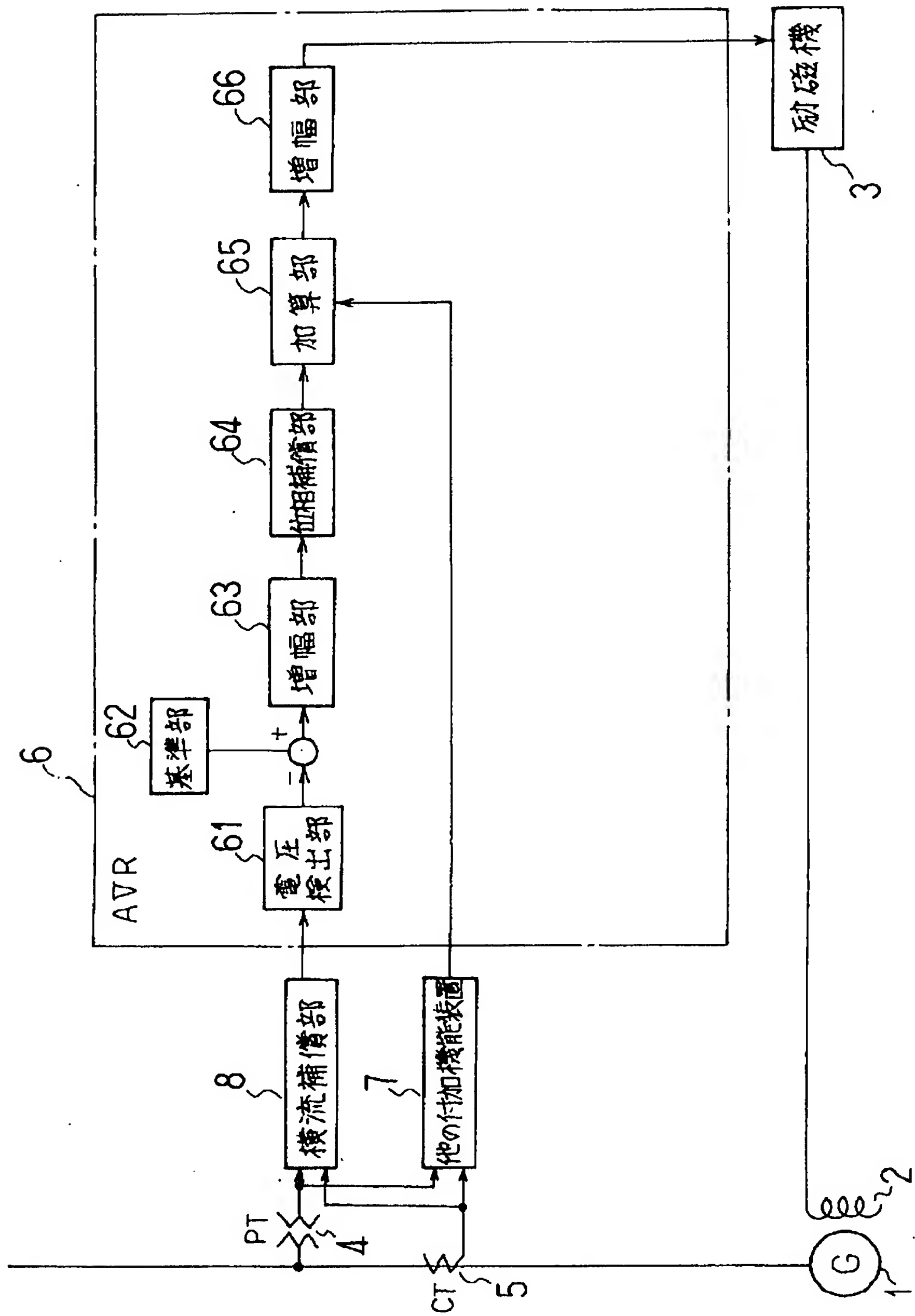
【図5】



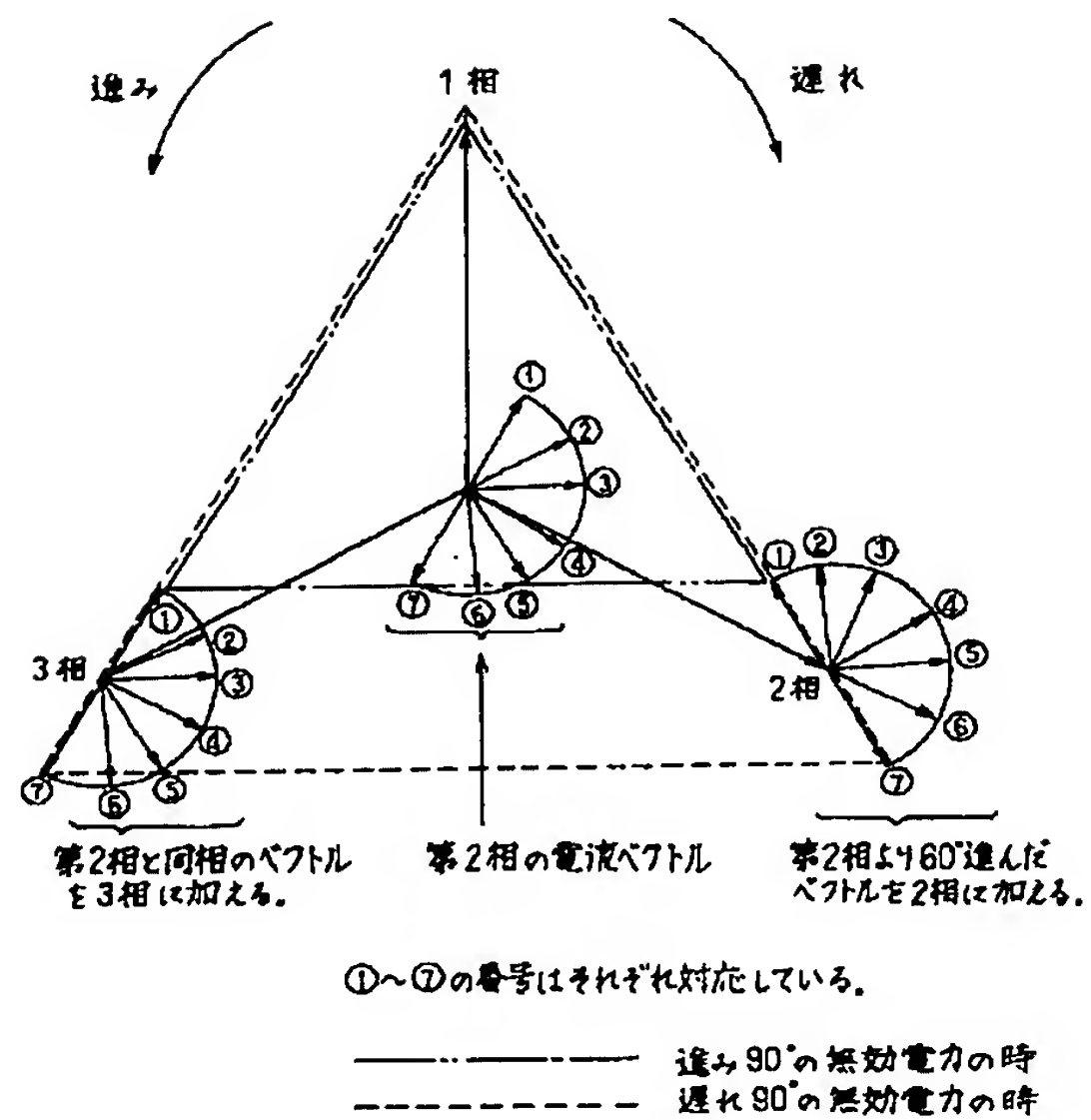
【図6】



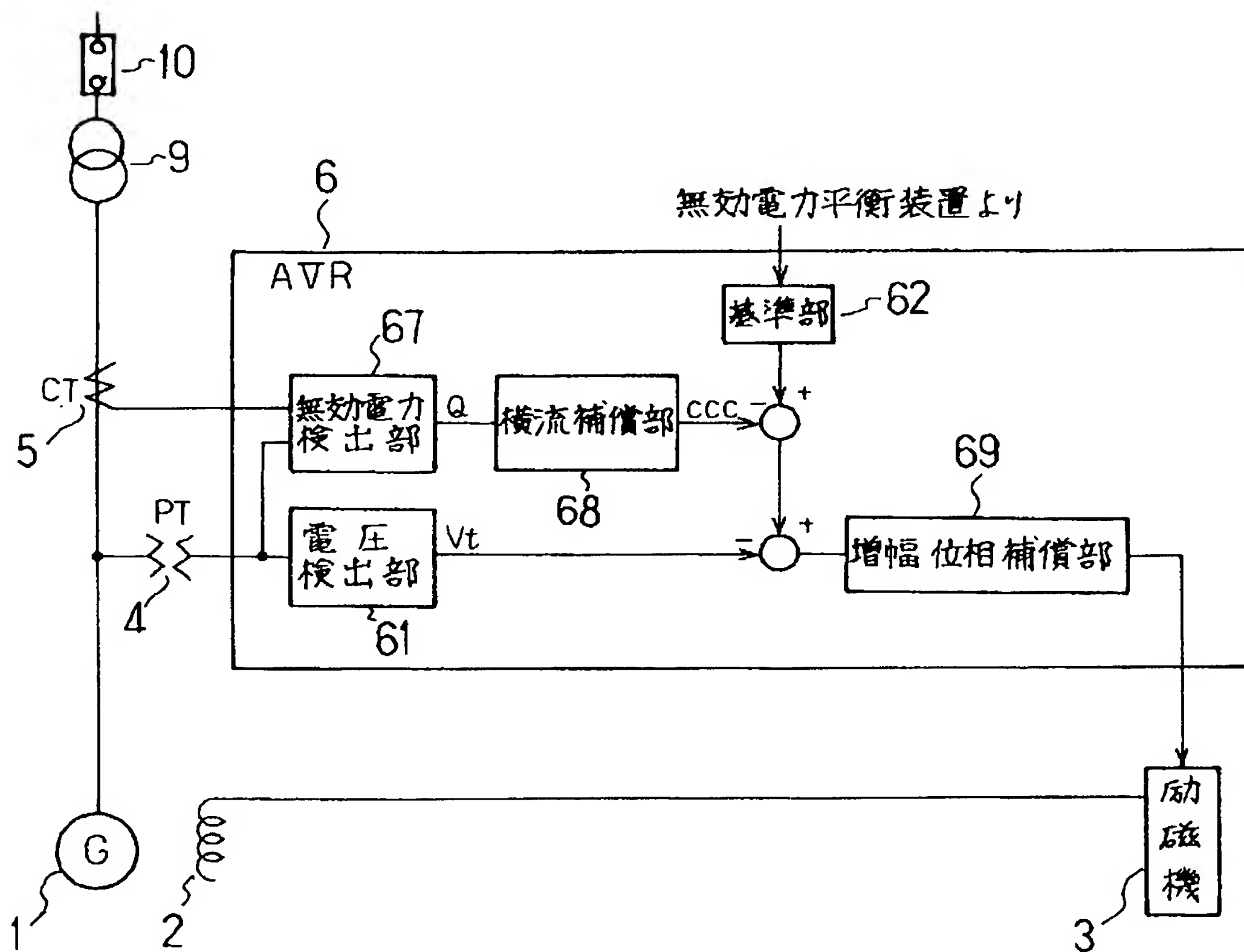
【図4】



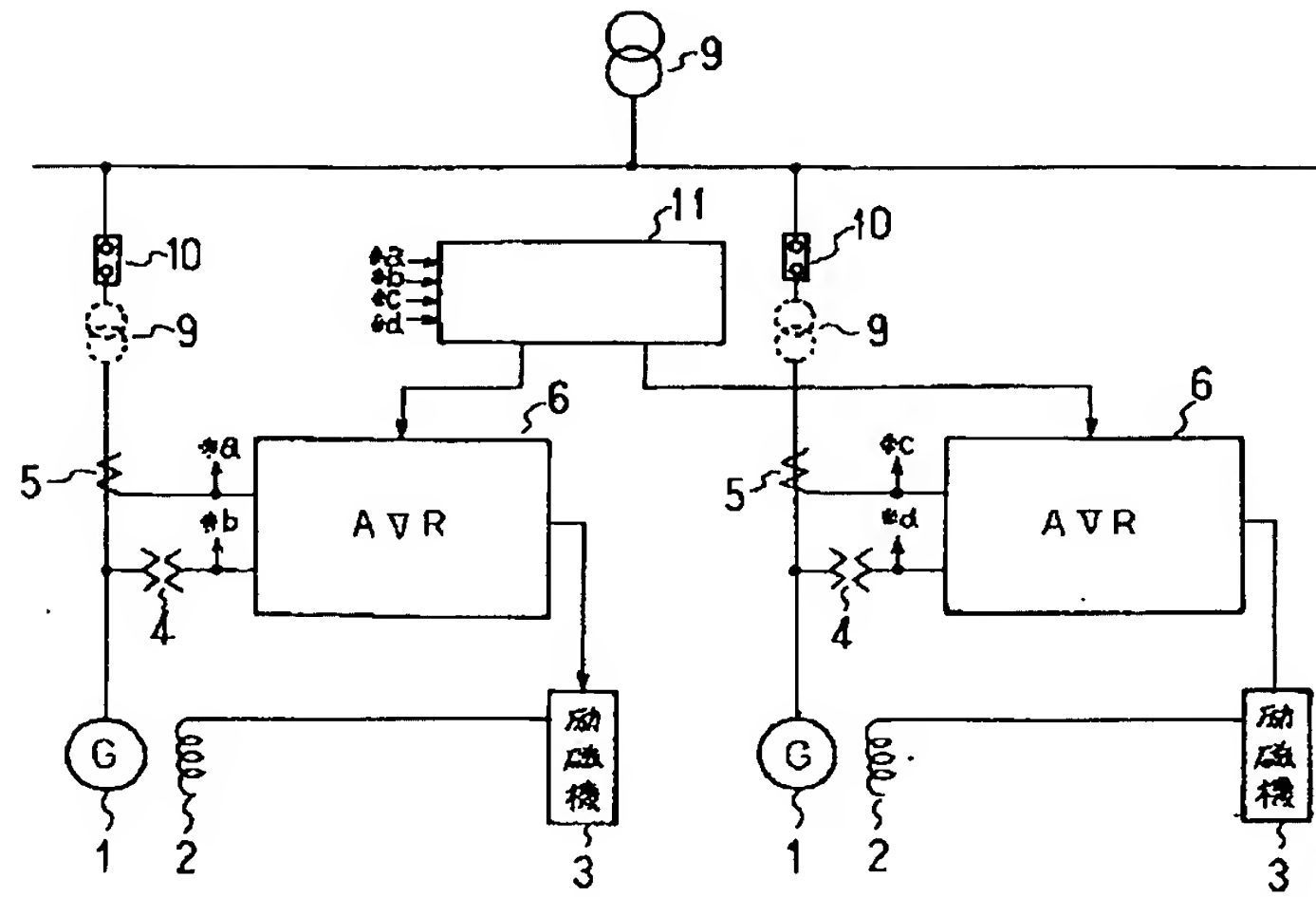
【図7】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成5年6月3日

【手続補正1】

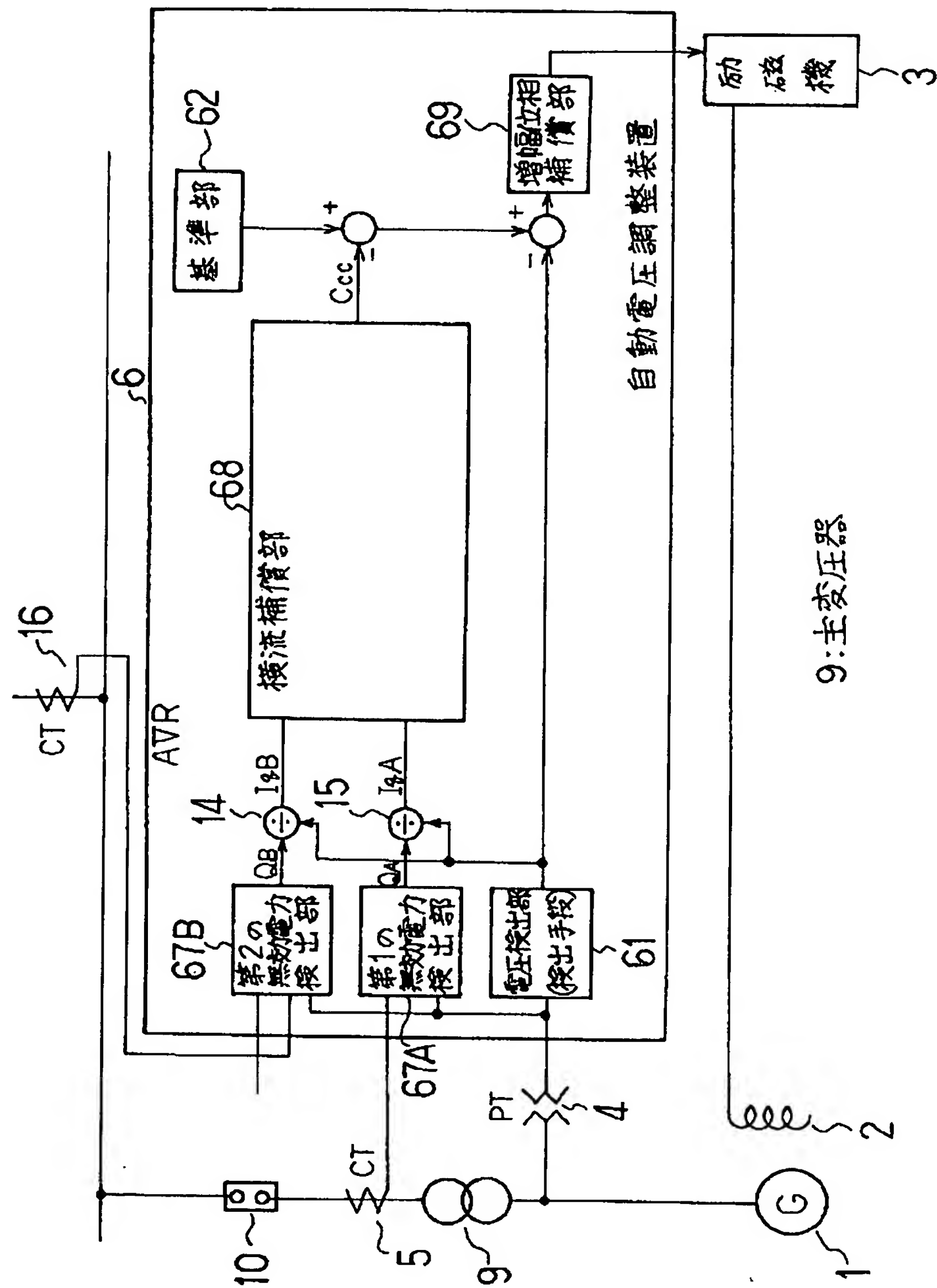
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】



【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

